



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

ANÀLISI OPTOMÈTRICA DELS RÈTOLS DE SENYALITZACIÓ URBANA D'ORIENTACIÓ

Catalina Lliteras Perelló

DIRECTOR/A: Miquel Ralló
DEPARTAMENT: Matemàtiques



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

El/s Sr./Srs. Miquel Ralló, com a tutor/s i director/s del treball,

CERTIFICA/CERTIFIQUEN Que el Sr./Sra. Catalina Lliteras Perelló ha realitzat sota la seva supervisió el treball : Anàlisi optomètrica dels rètols de senyalització urbana d'orientació ,que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo/em aquest certificat.

Sr/a Miquel Ralló

Sr/a

Director/a del TFM

Director/a del TFM



Terrassa, 12 de maig de 20.17



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

ANÀLISI OPTOMÈTRICA DELS RÈTOLS DE SENYALITZACIÓ URBANA D'ORIENTACIÓ

RESUM

Per a situar-se a regions desconegudes els usuaris de les vies públiques necessiten els elements d'orientació , en especial els rètols d'orientació.

Aquest treball analitza la tasca de veure i comprendre els rètols durant la conducció i presenta aspectes rellevants sobre les normatives de la conducció i dels rètols d'orientació .

Per valorar l'exigència que presenta per als conductors la visió i la interpretació dels rètols indicadors , s'analitza : la visibilitat , la preeminència , la comprensibilitat i la llegibilitat . Aquesta última depèn directament de la font , aquest treball presenta l'helvetica com a una de les fonts que presenta millor llegibilitat.

Finalment els resultats d'estudis sobre els conductors i la seva capacitat de llegir i entendre textos ens permet establir límits a la quantitat d'informació visual que han de tenir els rètols d'orientació perquè un conductor que compleixi els requisits mínims per a conduir pugui gestionar-la adequadament .



GRADO EN ÓPTICA I OPTOMETRÍA

ANÀLISI OPTOMÈTRICA DELS RÈTOLS DE SENYALITZACIÓ URBANA D'ORIENTACIÓ

RESUMEN

Al situarse en regiones desconocidas los usuarios de las vías públicas necesitan los elementos de orientación, en especial los rótulos de orientación.

Este trabajo analiza la tarea de ver y comprender los rótulos durante la conducción y presenta aspectos relevantes sobre las normativas de la conducción y los rótulos de orientación.

Para valorar la exigencia que presenta para los conductores la visión y la interpretación de los rótulos indicadores, se analiza: la visibilidad, la preeminencia, la comprensibilidad y la legibilidad. Esta última depende directamente de la fuente, este trabajo presenta la helvetica como una de las fuentes que presenta mejor legibilidad.

Finalmente los resultados de estudios sobre los conductores y su capacidad de leer y entender textos nos permite establecer límites a la cantidad de información visual que deben tener los rótulos de orientación para que un conductor que cumpla los requisitos mínimos para conducir pueda gestionarla adecuadamente.



GRADO EN ÓPTICA I OPTOMETRÍA

ANALISI OPTOMÈTRICA DELS RÈTOLS DE SENYALITZACIÓ URBANA D'ORIENTACIÓ

SUMMARY

To be located in unknown regions, users of public roads need guidance elements, especially the direction signs.

This paper analyzes the task of seeing and understanding the signs while driving and presents relevant aspects of driving regulations and guidance signs.

To measure the requirement for the drivers to be able to see and interpret the signs indications it has been analyzed: visibility, conspicuity, readability and legibility. The last one of them depends directly to the source, this work presents the Helvetica as one of the sources presented better readability.

Finally the results of studies on drivers and their ability to read and understand texts allows us to set limits on the amount of information that should have visual signs of direction for a driver that meets the minimum requirements can manage it properly.

OPTOMETRIC ANALYSIS OF ORIENTATION URBAN SIGNALS

Orientation signs are essential to find our way in unfamiliar areas or regions .

The guidance signs must meet certain criteria to perform its function satisfactorily. They meet directly and effectively following requirements :

- They must have different features with the aim of not being confused with other elements,
- They must be able to be detected in the largest possible distance and they must be able to be read at the enough distance to allow a reaction with comfort and security,
- They must be clear, simple, brief, specific and easy to hold,
- must have continuity and graphic semiotics to the planned destination so that they maintain uniformity in content and form,
- They must be reduced to a minimum (excess of message interferes with the communication process)
- They must act environmentally,
- They must be able to easily update and maintain the required quality level.

This paper focuses on the task of seeing and understanding the signs of direction in particular, and road signs in a more general way. It takes place during driving the driving process, and thus simultaneously while performing other basic tasks. Seeing, reading and understanding the signs of guidance in this context can be a complex and sometimes difficult or even impossible. To evaluate that difficulty there are presented in this work important aspects of driving regulations on traffic, on road signs, including signs of orientation, and results of studies on the ability to read and understand texts presented to drivers while driving.

The joint analysis of these data allows us to set limits on the amount of information coming from the visual signs of direction that can be properly managed by a driver that meets the minimum requirements for driving

In general, the communication is done through signs, involving four important concepts:

-The conspicuity is the ability of the label to highlight the environment. It is also the ability to capture the attention of the driver. It may be related to the design or location of the sign. In the case of traffic signs both, the design and location, are regulated.

The variables affecting the rule are: position of the sign signal (height, camber angle of vision), size of the sign (the height of the letter, length and number of words, logos or other graphics-dimensional space "white") sign lighting (luminance contrast, color contrast), signal type, considerations external to the sign (traffic speed, number of lanes, obstacles or distractions that affect perceptibility)

-The visibility of the sign is related to its physical characteristics. A sign too small, too far from the roadside, placed parallel to the road ... it will be difficult to see. It is also closely related to the driver's visual capabilities: visual field, visual acuity, contrast sensitivity ... It may even be related to issues of road maintenance. This paper represents the signs that are visible.

A sign that can be seen depends on several factors such as placement, lighting and contrast. In that sense, blocking trees, vehicles, buildings, inclement weather or other signs may impair the visibility of a signal

-The legibility of the label refers to the details of its contents. In the driver's ability to distinguish every letter, every number, every sign ... is directly related to the driver's visual acuity, which is regulated by the rules of traffic. But it can also be difficult for other reasons.

Forbes and Holmes developed a legibility index (LI) to describe the relative readability of different sources used in vials. Legibility index (LI) is the standard used in the transportation area to express the readability of a screen depending on the number of feet away legibility that can be expected for each inch of height of the letter. The maximum number of lines that are acceptable depend on the amount of time the sign is readable, the difficulty of task of driving and load information. The more difficult the task of driving, the driver has less time available to devote to reading the signal. Unknown words, words and symbols to decrease the maximum acceptable line of lines.

Garvey according to a person of a visual acuity of 0.5, it takes an inch (2,54cm) for each 28.6 feet (8.56 meters)

-Readability is what enables letters, numbers and other signs that constitute the content of the message sign become the label intended to convey.

Engel (1977) stated that the comprehensibility is not only based on sensory and visual prominence, but also in recognizing cognitive, in other words, in psychology, motivations and driver familiarity with the signs. A familiar figure in a sign that the driver does reduce the time understandability.

According Smiley (1996) The minimum required represents about two words per second or 0.5 seconds to 1 second word and symbol. This applies where the driver signals it expects the message.

When this is not the case, as with messages unknown variable message panels, a study has recommended the road one second for each important word.

Drivers have a level of 75% compression in 0.7 seconds, the accuracy is close to 100% when the subject is from 1 to 2 seconds to read the word. (J.R. Griffin J.E. and Bailey, 2001)

Readability depends directly on the source. This work presents the Helvetica as one of the sources presented better readability.

Readability Time per Number of Words

Number of Words	Normal Reader	Nonfluent or Dyslexic
1	0.7 seconds	3 to 13 seconds
2	1.4 seconds	6 to 16 seconds
3	2.1 seconds	9 to 19 seconds
4	2.8 seconds	12 to 22 seconds
5	3.5 seconds	15 to 25 seconds
6	4.2 seconds	18 to 28 seconds
7	4.9 seconds	21 to 31 seconds
8	5.6 seconds	24 to 34 seconds
9	6.3 seconds	27 to 37 seconds

This paper analyzes the task of seeing and understanding the signs during driving and presents aspects relevant to driving regulations and guidance labels.

The wide range that includes the Helvetica Neue font family, the legislation provides for versions 85 65 Medium and Heavy, are used depending on the type of text to be composed, the first version used dust intercity names (people and land resources) and the second version names urban centers (streets, squares, airports, railway stations, ports, centers of economic activities, sport installations, cultural, etc.) (Manual signaling Urban Guidance [GT32 (2005)]).

For texts of urban signage and guidance based on the maximum reading distances

planned legislation establishes three font heights: 10, 12 and 16 cm. The speed limit on urban roads to 50 km / h, distances reaction usually short because of the complexity of urban networks and the impossibility of placing signals over long distances from the point of diversion, are usually unnecessary higher dimensions literally.

readability depends directly on the source, this work presents the Helvetica as one of the sources that presents better readability.

Helvetica is capitalized in the fourth position (LI: 44.86)

Helvetica bold uppercase is located in the 12 position (LI: 39.88)

Helvetica medium condesada capitalized begins at position 23 (LI: 37.53)

condesada lowercase Helvetica medium is placed at the 36 position (LI: 33.62)

Helvetica bold lowercase is placed at the 48 position (LI: 31.22)

lowercase Helvetica light is placed at the 51 position (LI: 30.30)

lowercase Helvetica is placed in position 52 (LI: 30.80)

It was studied that in the case Helvetica the difference in readability index is statistically significant in capital and lowercase letter.

For over 60 years, the investigation showed that the uppercase and lowercase letters mixed provides greater legibility (Forbes et al., 1950). However, this study used a paradigm of legibility, which has not shown benefit from the use of lowercase letters (Garvey et al., 1997).

He also studied whether there were differences in readability when distance was a condensed font or boldface was seen as mixed with upper and lowercase to uppercase alone. In the case of the Swiss proved that the letters were more condensed than the distance legibility bold letters.

This study on various types of sources makes it clear that: the Helvetica is among those with the best value readability, readability increase this distance if you use capital letters instead of lowercase and uppercase mixed and the weight of the letter dramatically affect the distance at which you can read a screen, a source that shares a name (Helvetica) does not mean you have a readability equivalent.



Finally, in the figure above is observable that the bulk of the letter coincides with the point of using this size and detail, is assessed visual acuity required to see this detail in the planned maximum reading distance.

Garvey (1996) stated that a person with a visual acuity of 0.5, you should see a letter 2.54 cm at a maximum reading distance of 8.56 meters. A study done for me, that person should see the letter height of 2.54 cm to a maximum reading distance of 5.45 meters.

Comparing previous studies (Garvey 1996) with our calculation of visual acuity and maximum reading distance we get the following table:

Font size	maximum reading distance	maximum reading distance (Garvey)
10 cm	21.48 m	33.70 m
12 cm	25.78 m	40.40 m
16 cm	34.38 m	53.92 m

It follows that the maximum Garvey reading distances are much greater distances than obtained in my study. The reason for this discrepancy is the difference, if taken different sizes detail all the results of further calculations are different.

As for the speed at which they travel and the length of time it takes to read and react to the signal, the more distance maximum reading more words can be read, because our ability to read is 0.7 seconds per word .

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ	12
2.	NORMATIVES.....	16
2.1	Normatives sobre el conductor.....	16
2.2	Normatives sobre els senyals.....	17
3.	MÈTODE	21
4.	LA FONT	26
5.	RESULTATS I CONCLUSIONS	31
6.	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	35

1. INTRODUCCIÓ

El cert és que pràcticament tots ens movem per vies urbanes, o interurbanes, de forma quotidiana. De vegades com a ciclista, d'altres com a conductor o d'altres potser com a usuari de la xarxa de transport públic . Això sense perdre mai la condició de vianant que compartim tots els ciutadans i que cada dia exercim alhora que també fem servir els altres sistemes de desplaçament.

Per a trobar el nostre camí en àrees o regions desconegudes, els usuaris de les vies públiques necessitem elements d'orientació. Als carrers i carreteres aquesta funció la duen a terme els rètols d'orientació. Però no sempre realitzen aquesta funció adequadament. Molts senyals semblen haver estat col·locats sense tenir en compte la necessitat de trobar i seguir els recorreguts des del principi fins al final d'un desplaçament.

Els rètols d'orientació han de complir alguns criteris per a realitzar satisfactòriament la seva funció. Han de satisfer de manera directa i eficaç els requisits següents [Manual de Senyalització Urbana d'Orientació (2011)]:

- han de tenir trets diferenciats per a no ser confosos amb altres elements,
- han de poder ser detectats a la major distància possible i llegits a la distància suficient per permetre una reacció amb comoditat i seguretat,
- han de ser clars, senzills, breu ,concrets i fàcils de retenir,
- han de tenir continuïtat gràfica i semiòtica fins a la destinació prevista, és a dir, han de mantenir la seva uniformitat en contingut i forma,
- s'han de reduir al mínim possible (l'excés de missatges interfereix el procés de comunicació),
- han d'actuar de manera respectuosa amb l'entorn,
- s'han de poder actualitzar amb facilitat i mantenir el nivell de qualitat necessari.

Tots els requisits anteriors es classifiquen habitualment en quatre categories[Manual de Senyalització Urbana d'Orientació (2011)]:

- **Visibilitat:** valora si els senyals són clarament visibles per l'usuari,
- **Comprensió:** valora la facilitat d'interpretació per part de l'usuari de la destinació i si no es confon amb la resta de la senyalització de la ciutat,
- **Continuïtat:** valora que no hi hagi pèrdua de la senyalització en els punts de decisió,
- **Manteniment:** valora l'estat dels senyals ja sigui per desgast temporal com per actes vandàlics.

Aquest treball centra particularment l'atenció en les dues primeres categories.

La tasca de veure i comprendre els rètols d'orientació en particular, i els senyals de trànsit en general, es realitza durant la conducció, mentre el conductor es desplaça amb el vehicle que condueix i, per tant, mentre realitza simultàniament altres tasques fonamentals. Veure, llegir i comprendre els rètols d'orientació en aquest context pot resultar una tasca complexa i, de vegades, difícil o fins i tot impossible. Per valorar aquesta dificultat es presenten en aquest treball aspectes rellevants de les normatives sobre conducció, sobre circulació, sobre els senyals de trànsit, en particular rètols d'orientació, i també resultats d'estudis sobre la capacitat de llegir i entendre textos presentats als conductors mentre condueixen.

L'anàlisi conjunta d'aquestes dades ens permet establir límits a la quantitat d'informació visual provinent dels rètols d'orientació que pot gestionar adequadament un conductor que compleixi els requisits mínims per a conduir.

COMUNICACIÓ MITJANÇANT RÈTOLS

En general, en la comunicació que es realitza mitjançant rètols, intervenen quatre conceptes rellevants [International Sign Association (2007)]:

La **preeminència** és la capacitat del rètol per destacar de l'entorn. També la capacitat que té per captar l'atenció del conductor. Pot estar relacionada amb el disseny o amb la ubicació del rètol. En el cas dels senyals de trànsit, tant el disseny com la ubicació estan regulats. A la figura 1 es mostra un rètol poc preeminent.



Figura 1. Rètol poc preeminent.

En el cas concret de Catalunya, es disposa del Manual de Senyalització Urbana d'Orientació [GT32 (2005)], que detalla, entre d'altres aspectes, la família tipogràfica que s'ha d'utilitzar en els rètols d'orientació, la relació entre mida de la lletra i distància a la que s'ha de veure el rètol, el format dels plafons, la seva ubicació i fins i tot els suports. Més endavant es detallen els aspectes anteriors que són rellevants de cara a l'objectiu d'aquest treball.



Figura 2. Senyals de trànsit poc visibles.

La **visibilitat** del rètol està relacionada amb les seves característiques físiques. Un rètol massa petit, massa allunyat del voral de la via, col·locat en paral·lel a la via... serà difícil de veure. També està molt relacionada amb les capacitats visuals del conductor: camp visual, agudesa visual, sensibilitat al contrast... I fins i tot pot estar relacionada amb temes de manteniment de la via, tal com mostra la figura 2. En aquest treball es suposa que els rètols són visibles.

La **llegibilitat** del rètol fa referència als detalls del seu contingut. A la capacitat del conductor de distingir cada lletra, cada nombre, cada signe... Està directament relacionada amb l'agudesa visual del conductor, que està regulada en les normatives de tràfic. Però també pot estar dificultada per altres motius, tal com mostra la figura 3.



Figura 3. Senyals de trànsit amb llegibilitat disminuïda.

L'agudesa visual exigida per a conduir [BOEnúm. 818/2009] i les mides i característiques de les fonts utilitzades en els rètols d'orientació permeten determinar la distància a partir de la qual comença a ser llegible un rètol. Quan s'ajunta aquesta informació amb la velocitat permesa en la circulació urbana (servei català de trànsit 2014), es pot

determinar durant quan de temps és llegible un rètol. Tot això s'analitza en detall en les pròximes seccions.

Finalment, la **comprensibilitat** és el que possibilita que les lletres, els nombres i els altres signes que constitueixen el contingut del rètol esdevinguin el missatge que el rètol pretén transmetre. Després d'haver comprès el rètol, el conductor actuarà en conseqüència i decidirà les accions necessàries per a prosseguir de forma segura i efectiva amb la seva conducció. No sempre resulta fàcil (fig. 4.)

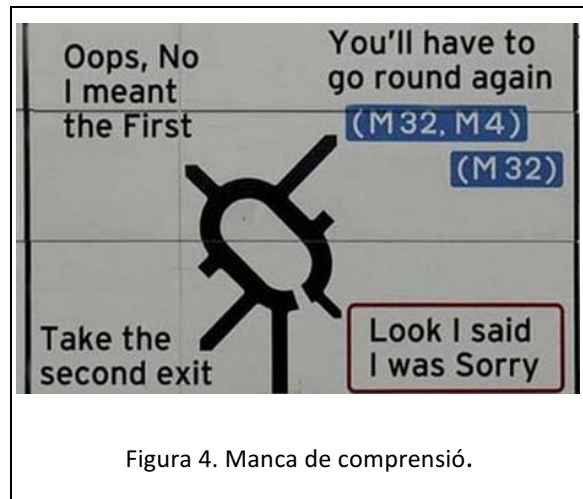


Figura 4. Manca de comprensió.

El conductor no pot dedicar tota la seva atenció a la comprensió dels rètols. Mentre condueix, també ha d'estar atent als altres vehicles, als peatons, a la resta de senyals de trànsit, al funcionament del vehicle que condueix,... Per tant, el temps de que disposa realment per a fixar-se en els rètols d'orientació es redueix a una petita part del temps en que el rètol és llegible. Es presenten més endavant els resultats d'estudis que intenten valorar quantitativament la capacitat del conductor per a comprendre missatges escrits relacionats amb la conducció. Aquests experiments no es realitzen en condicions de circulació urbana real, sinó en circuits tancats específicament dissenyats amb aquesta finalitat i n'hi ha que fins i tot controlen la mirada del conductor, per saber quin és el seu punt de fixació en cada moment.

2. NORMATIVES

2.1 Normatives sobre el conductor(AV , Camp visual)

En quan a l'AV exigida per el carnet de conduir , els criteris son diferents segons el tipus de carnet . [BOE» núm.818/2009]

A: ciclomotors de diferents cilindrats



B: pes màxim:3.500 Kg i max:9 seients



C: pes entre 3.500-7500Kg i max:9 seients







D: transport de persones > 9 seients







L'agudesesa visual i el camp visual que es necessita per conduir en cada vehicle és diferent.

AGUDESA VISUAL

	A 	B 	C 	D 
Visió binocular	AV \geq 0.5		Millor ull \geq 0.8 pitjor ull \geq 0.5 RX rang entre+ -8.00D	
Visió monocular	En principi no s'admet però s'admeten excepcions*		No s'admet	

*AV \geq 0,6 a l'ull amb visió i més de 3 mesos amb visió monocular . Retrovisor als dos costats i panoràmic o a l'interior. Velocitat màxima =100km/h

CAMP VISUAL:

	A 	B 	C 	D 
Visió binocular	CV NORMAL		CV NORMAL	
Visió monocular	CV monocular no inferior a 120º en el pla horitzontal		No s'admet .	

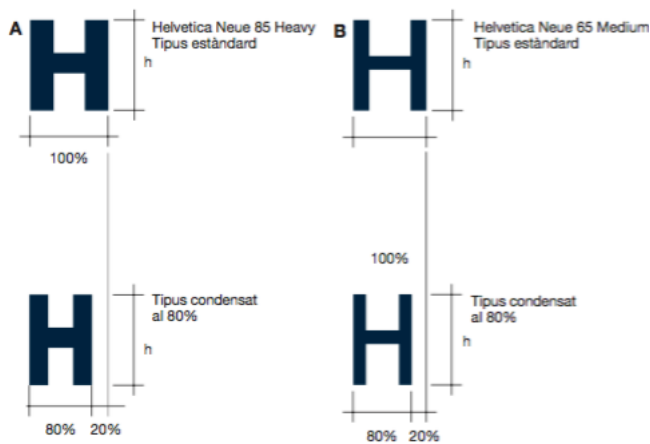
2.2 Normatives sobre els senyals

De l'ampli conjunt que integra la família tipogràfica de l'Helvetica Neue, la normativa contempla les versions 85 Heavy i la 65 Medium, s'utilitzen segons el tipus de text que s'ha de compondre, La primera versió s'utilitza per noms de pols interurbans (poblacions i recursos territorials) i la segona versió per noms de pols urbans (carrers, places, aeroports, estacions ferroviàries, ports, centres d'activitats econòmiques, instal·lacions esportives, culturals, etc.)[Manual de Senyalització Urbana d'Orientació (GT32 (2005))].

85 Heavy

65 Medium

A n'aquestes dues versions, se'ls aplica una condensació del 20% de la seva extensió en amplada i s'incrementa la separació entre les lletres un 5% per millorar-ne la llegibilitat.



Hostalric
Composició normal

Pont de Pedra
Composició normal

Hostalric
Composició augmentant
el blanc entre caràcters un 5%

Pont de Pedra
Composició augmentant
el blanc entre caràcters un 5%

A ABCÇDEFGHIJKLMNOPQRSTU
VWXYZ
abcçdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890 (.,`- /)

B ABCÇDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcçdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890 (.,`- /)

Mides i distàncies:

Per als textos de la senyalització urbana d'orientació i en funció de les distàncies de lectura màximes previstes, la normativa estableix tres alçades de lletra: 10, 12 i 16 cm. La limitació de la velocitat a les vies urbanes a 50 km/h, les distàncies de reacció, normalment curtes per la complexitat de les xarxes urbanes, i la impossibilitat de situar els senyals a grans distàncies del punt de desviació, fan normalment innecessàries dimensions superiors de la lletra. Tot i això, és evident que en vies de gran amplitud o en vies segregades en què la velocitat pot ser superior a 50 km/h, cal adaptar les versions de la tipografia i, per tant, els formats dels plafons de suport a les exigències de llegibilitat òptima.

Barcelona 10 cm

Ajuntament 10 cm

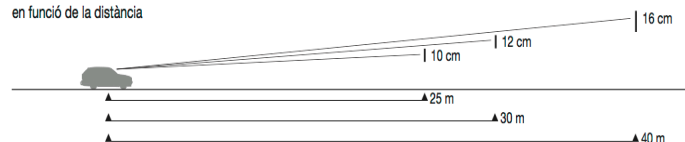
Igualada 12 cm

Pl. Major 12 cm

Girona 16 cm

Mercat 16 cm

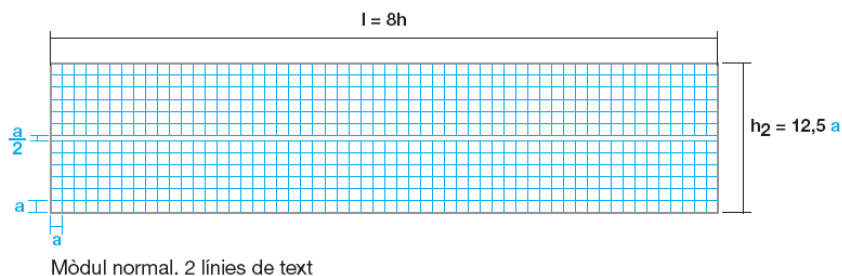
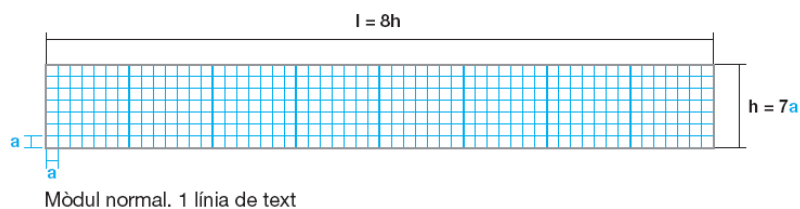
Quadre d'aplicació dels
diferents mides de lletra
en funció de la distància



D'aquí extreim la relació entre la mida i la distància de lectura màxima prevista per el Manual de Senyalització Urbana d'Orientació [GT32 (2005)].

Mida establerta	Distància de lectura màxima prevista
25 m	10 cm
30 m	12 cm
40 m	16 cm

Les dimensions del mòdul base a estan relacionades amb l'alçada de les majúscules de la lletra utilitzada en el plafó. Per a textos de 10 cm, el mòdul a és de 25 mm, per a textos de 12 cm és de 30 mm i per a textos de 16 cm és de 40 mm.



3. MÈTODE

Per valorar l'exigència que representa per als conductors la visió i interpretació dels rètols indicadors s'analitzen tots els punts que intervenen a n' aquest procés.

[International Sign Association (2007)]

Visibilitat:

El que permet la visibilitat són els atributs físics d'un signe i el seu contingut que permet la detecció a una distància determinada, encara que la llegibilitat pot ser incerta, la visibilitat es considera un estímul objectiu.

que un signe pugui ser vist depèn de diversos factors com la col·locació, il·luminació i contrast. El bloqueig per arbres, vehicles, edificis, inclemències del temps o altres signes poden perjudicar la visibilitat d'un senyal.

Preeminència :

La preeminència és la capacitat d'un signe per a destacar-se o distingir-se del seu entorn i, per tant, ser fàcilment descobert per l'ull, és el notable contrast entre un signe i el seu fons i es considera un resultat subjectiu.

Les variables que afecten a la preeminència són: posició del signe del senyal (alçada, Obliquïtat de l'angle de visió), mida del signe (alçada de la lletra, Nombre i longitud de les paraules, dimensions de logotips o altres gràfics, espai "blanc"), il·luminació del signe (contrast de luminància, El contrast de color), tipus de senyal, Consideracions externes al signe (Velocitat de trànsit, Nombre de carrils, Obstacles o distraccions que afecten la perceptibilitat)

El "con de visió" del conductor està limitat a 18 a 24 graus (un interval de 20 graus), fora d'aquest con visual, la perceptibilitat d'un senyal es disminueix dràsticament. Una vegada que el senyal es nota amb la visió perifèrica, l'automobilista haurà de realitzar moviments oculars precisos per mirar directament al senyal amb la visió central per a la llegibilitat i comprensibilitat.

taula 1 :

Velocitat del vehicle		Distància de llegibilitat
55 m/h (88 km/h)	25 m/s	134 m
50 m/h (90 km/h)	22.25 m/s	122 m
45 m/h (72 km/h)	20 m/s	110 m
40 m/h (64 km/h)	18 m/s	98 m
35 m/h (56 km/h)	15.5 m/s	85 m
30 m/h (48 km/h)	13.4 m/s	73 m
25 m/h (40 km/h)	11.3 m/s	61 m

taula 1 : distància mínima a la qual un signe s'ha de poder llegir per al conductor amb una agudesia visual de 0,5 (el mínim requerit per a una llicència de conduir).(Garvey ,et al. 1996)

Llegibilitat:

La llegibilitat es compon pels atributs físics d'un signe que permeten la diferenciació de les seves lletres, paraules, números o gràfics i que es relacionen directament amb l'agudesia visual d'un observador, es considera un estímul objectiu.

La llegibilitat es produeix quan les cartes d'un signe, símbols i gràfics són capaços de ser desxifrats i que el seu significat pot llavors ser entès. La facilitat amb que un signe pot ser llegit pels conductors que vénen de front de l'agudesia visual de 0,5 depèn en primer lloc de la llegibilitat del senyal, que al seu torn depèn de característiques com ara la mida de lletra, tipus de lletra, espaiat de lletres i paraules, l'extensió de l'espai negatiu, si el signe conté una llegenda negra sobre un fons clar o una llegenda llum sobre un fons fosc, les combinacions de colors entre la llegenda i el fons.

La clau, per tant, és la velocitat a la qual viatgen i la durada de temps que es necessita per llegir i reaccionar al senyal.

La distància mínima de llegibilitat variarà en funció de la velocitat de vehicles que s'aproximen, la col·locació del signe en relació amb la calçada, la seva visibilitat i llegibilitat, així com la complexitat del missatge.

El següent pas es determinar la grandària que han de tenir les lletres per ser llegibles per un conductor que té una agudesia visual de 0,5. Forbes i Holmes van desenvolupar un índex de llegibilitat (IL) per descriure la llegibilitat relativa de les diferents mides de lletres emprades en senyals vials.

L'Índex de Llegibilitat (IL) és l'estàndard utilitzat en el camp de transport per expressar la llegibilitat d'una pantalla en funció del nombre de peus de distància de llegibilitat que es pot esperar per cada polzada d'altura de la lletra. Per exemple, si una font tenia una LI de 35, una pantalla amb lletres de 10 polzades (25,4 cm) seria llegible 350 peus (107 m) de distància ($35 \times 10 = 350$), i 500 peus de distància si la LI era 50 ($50 \times 10 = 500$).

El nombre màxim de línies que són acceptables dependrà de la quantitat de temps que el signe és llegible, la dificultat de la tasca de conducció i de la càrrega d'informació. Com més difícil la tasca de conduir, menys temps té el conductor disponible per dedicar a la lectura del senyal. paraules desconegudes, i més paraules i símbols per línia disminuiran el nombre màxim acceptable de línies.

Ells van trobar que per cada 50 peus de distància (15,24 metres) l'altura de la lletra necessària era de 1 polzada (2,54cm), això però només ho podien llegir aqueles persones que tenien una AV de 20/23 (0,86). Tot i que es va utilitzar la norma de Forbes-Holmes durant molts d'anys, les necessitats dels conductors amb menys agudesa visual s'han pres en consideració per l'administració federal de carreteres, i la norma s'ha reduït a una polzada (2,54 cm) per cada 35 peus de distància (10,67 metres).

Per una persona d'una agudesa visual de 0,5, però es necessita una polzada (2,54cm) per cada 28,6 peus (8,56 metres). (Garvey 1996)

taula 2 :

Velocitat del vehicle(km/h)	Distància de de llegibilitat (m)	Mida de la lletra (cm)
40	61	18
55	85	23
70	110	30
90	136	38

taula 2: mostra les altures mínimes de les lletres basades en fonts d'estil de carretera estàndard per l'agudesa visual de 20/40 a diferents velocitats.

Està clar, doncs, un augment de l'alçada de la lletra augmentarà la distància de llegibilitat, encara que la grandària final de lletra necessària depèn en gran mesura de la font seleccionada. Sovint, les fonts més estèticament agradables són més difícils per llegir, mentre que les fonts de blocs llisos són més llegibles (Chrysler, et al).

Comprensibilitat:

La llegibilitat i la comprensibilitat és l'objectiu final de qualsevol signe, fins i tot quan un conductor està exposat a diversos senyals dins una distància curta, els senyals no causen accidents de trànsit, això és així perquè el cervell humà normal té una notable capacitat per a processar la informació visual i fer una ràpida selecció d'elements d'importància que requereixen més atenció, alhora que rebutja d'altres. (Johnston i Cole 1976)

Engel (1977) va afirmar que la comprensibilitat no només es basava en la prominència sensorial i visual, sinó també en el reconeixement cognitiu, en altres paraules, en la psicologia, motivacions i familiaritat del conductor amb els signes. Una figura més familiar en un signe fa que el conductor redueixi el temps de comprensibilitat.

Segons Smiley (1996) El mínim requerit suposa aproximadament 2 paraules per segon o 0,5 segons per paraula i 1 segon per símbol. Això s'aplica als senyals on el conductor ja s'espera el missatge.

Quan això no sigui el cas, igual que amb els missatges desconeguts en panells de missatges variables, un estudi a la carretera ha recomanat 1 segon per cada paraula important.

Els conductors tenen un nivell de 75% de precisió en 0,7 segons, l'exactitud s'acosta al 100% quan el subjecte té d'1 a 2 segons per llegir la paraula. (J.R. Griffin and J.E. Bailey, 2001)

Els símbols milloren significativament la comprensibilitat tant per als conductors joves com els vells. Alguns símbols utilitzats comunament tenen baixes taxes de comprensió per part dels conductors de mitjana edat. En general, els estudis que comparen els símbols i les lletres de les paraules mostren un avantatge en distància llegibilitat dels símbols (Kline et al. 1990);. No obstant això, aquest avantatge en la llegibilitat només és veritablement un avantatge si el símbol és ben comprès.

taula 3 : llegibilitat per nombre de paraules

Nombre de paraules	Lector sense problemes	Lector dislèxic
1	0,7 s	3 a 13 s
2	1.4 s	6 a 16 s
3	2.1 s	9 a 19 s
4	2.8 s	12 a 22 s
5	3.5 s	15 a 25 s
6	4.2 s	18 a 28 s
7	4.9 s	21 a 31 s
8	5.6 s	24 a 34 s
9	6.3 s	27 a 37 s

Taula 3: s'utilitza com a directriu el 0,7 segons per paraula. Per exemple, un cartell amb tres paraules prendria 2,1 segons ($3 \times 0,7 = 2,1$). Les persones amb problemes de lectura, com ara les associades amb la dislèxia , s'espera que tinguin dificultat amb el reconeixement de paraules .

4. LA FONT

Molts elements, com el contrast intern, l'alçada de les lletres i l'ample de les lletres, contribueixen a la llegibilitat dels rètols d'autopistes i locals, tanques publicitàries, pancartes, cartells, etc.; No obstant això, un dels factors principals és l'estil de lletra o font (Garvey i Kuhn 2011). Si bé hi ha hagut molts estudis sobre llegibilitat de fonts d'impressió i computadores (Yager et al. 1998, Legge i Bigelow 2011), la majoria de les avaluacions de llegibilitat de fonts per a pantalles grans s'han realitzat en els entorns de carreteres, aeroports i ferrocarrils i, per tant, s'han restringit fonts simples i sense adorns (Garvey et al., 1995).

Un estudi molt recent publicat el 30 de desembre de 2016 , compara diversos tipus de fonts . Seixanta-quatre subjectes de 19-87 anys havien de veure 64 pantalles amb 33 fonts en un ordinador. La visualització va començar en una mida molt petita i s'anava fent més gran per simular un conductor o vianant que s'apropa a un senyal. Els subjectes van intentar llegir les pantalles a la mida més petita possible.

Les 33 fonts seleccionades varen ser aquestes :

Adobe Garamond Pro	Garamond Bold (<i>Monotype version, bundled with windows</i>)	Mistral
Architectural GT	Georgia	Myriad Pro
Arial Bold	Gill Sans MT	Old English Text MT
Arial	Gotham Medium	Optima Bold
Avant Garde Medium BT	Goudy Old Style Bold BT	Optima Regular
Avenir LT Std 65 Medium	Helvetica Bold	Palatino Linotype
Brush Script MT Italic	Helvetica	Papyrus
Copperplate Gothic Bold	Helvetica Neue LT Std 45 Light	Ribbon GT
Country Gothic GT	Helvetica Neue LT Std 67 Medium Condensed	Times Bold
Frutiger LT Std 55 Roman	Kabel Ultra BT	Times New Roman
Futura Bk BT Book	Minion Pro	Trajan Pro Bold

Es van avaluar les següents variables : l'efecte de majúscula/minúscula , estil de la font, pes de la font i la dificultat de paraules .

Per estandarditzar la llegibilitat de la font van fer servir l'índex de llegibilitat (IL) que expressa la llegibilitat en funció del número de peus de distància que es pot esperar per cada polzada d'altura de la lletra.

Es van trobar diferències significatives de IL mitjana entre les 64 fonts, que van des Gill Sans majúscula amb un màxim de gairebé 50 peus / polzada d'altura de lletra, fins Mistral en minúscules, amb un IL baix de 15.5 .

Rank	Font	Example	Mean LI (ft/in)
1	Gill Sans UC	MAGNOLIA	49.64
2	Avenir Medium UC	MAGNOLIA	46.37
3	Copperplate Gothic UC	MAGNOLIA	46.29
4	Helvetica UC	MAGNOLIA	44.86
5	Kabel Ultra UC	MAGNOLIA	44.14
6	Times Bold UC	MAGNOLIA	43.22
7	Futura Medium UC	MAGNOLIA	42.83
8	Garamond Bold UC	MAGNOLIA	41.98
9	Optima Bold UC	MAGNOLIA	41.62
10	Architectural UC	MAGNOLIA	40.18
11	Goudy Old Style Bold UC	MAGNOLIA	40.12
12	Helvetica Bold UC	MAGNOLIA	39.88
13	Arial UC	MAGNOLIA	39.32
14	Avenir Medium LC	Magnolia	39.28
15	Kabel Ultra LC	Magnolia	39.04
16	Futura Medium LC	Magnolia	38.83
17	Georgia UC	MAGNOLIA	38.81
18	Copperplate Gothic SC	MAGNOLIA	38.58
19	Ribbon UC	MAGNOLIA	38.11
20	Optima Bold LC	Magnolia	37.90
21	Times Bold LC	Magnolia	37.80
22	Papyrus UC	MAGNOLIA	37.74
23	Helvetica Medium Condensed UC	MAGNOLIA	37.53
24	Architectural LC	Magnolia	37.36
25	Trajan Bold UC	MAGNOLIA	37.07
26	Gotham Medium UC	MAGNOLIA	36.72
27	GillSans LC	Magnolia	36.32
28	Palatino UC	MAGNOLIA	36.19
29	Garamond Bold LC	Magnolia	36.14
30	Arial Bold UC	MAGNOLIA	36.03
31	Frutiger UC	MAGNOLIA	35.74
32	Avant Garde Medium UC	MAGNOLIA	35.73

33	Minion UC	MAGNOLIA	35.42
34	Helvetica Light UC	MAGNOLIA	35.14
35	Country Gothic UC	MAGNOLIA	33.89
36	Helvetica Medium Condensed LC	Magnolia	33.62
37	Goudy Old Style Bold LC	Magnolia	33.57
38	Arial Bold LC	Magnolia	33.52
39	Arial LC	Magnolia	33.40
40	Palatino LC	Magnolia	32.96
41	Trajan Bold SC	MAGNOLIA	32.88
42	Frutiger LC	Magnolia	32.85
43	Avant Garde Medium LC	Magnolia	32.56
44	Optima UC	MAGNOLIA	31.98
45	Adobe Garamond UC	MAGNOLIA	31.49
46	Georgia LC	Magnolia	31.39
47	Minion LC	Magnolia	31.22
48	Helvetica Bold LC	Magnolia	31.22
49	Gotham Medium LC	Magnolia	30.73
50	Times New Roman UC	MAGNOLIA	30.67
51	Helvetica Light LC	Magnolia	30.30
52	Helvetica LC	Magnolia	30.08
53	Optima LC	Magnolia	29.61
54	Myriad UC	MAGNOLIA	27.42
55	Adobe Garamond LC	Magnolia	25.89
56	Times New Roman LC	Magnolia	25.79
57	Myriad LC	Magnolia	25.27
58	Brush Script UC	<i>MAGNOLIA</i>	24.20
59	Papyrus LC	Magnolia	21.95
60	Old English UC	MAGNOLIA	21.92
61	Mistral UC	<i>MAGNOLIA</i>	19.29
62	Old English LC	<i>Magnolia</i>	18.42
63	Brush Script LC	<i>Magnolia</i>	15.49
64	Mistral LC	<i>Magnolia</i>	14.52

D'aquest estudi es pot extreure que l'helvetica està entre una de les fonts que presenta millors valors de llegibilitat :

l'helvetica en majúscula es troba a la posició 4 de llegibilitat amb un IL de 44,86

l'helvetica bold en majúscula es situa a la posició 12 amb un IL de 39,88

l'helvetica mèdium condesada en majúscula es situa a la posició 23 i un IL de 37,53

l'helvetica mèdium condesada en minúscules es situa en la posició 36 i un IL de 33,62

l'helvetica bold en minúscula es situa en la posició 48 i un IL de 31,22

l'helvetica light en minúscula es situa en la posició 51 i un IL de 30,30

l'helvetica en minúscula es situa en la posició 52 i un IL de 30,80

es va estudiar que en el cas de l'helvetica la diferencia en l'índex de llegibilitat és estadísticament significatiu alhora de diferenciar entre majúscules i minúscules.

Per més de 60 anys, la investigació va demostrar que les lletres majúscules i minúscules barrejades proporcionaven major llegibilitat (Forbes et al., 1950). No obstant això, el present estudi va utilitzar un paradigma de llegibilitat, que no ha demostrat beneficiar-se de l'ús de les lletres minúscules (Garvey et al., 1997).

La diferència és que en les tasques de reconeixement, el lector sap quina paraula està buscant i simplement ha de coincidir amb una imatge mental d'aquesta paraula amb la paraula a la pantalla; Això s'ajuda amb l'ús de minúscules perquè els creixents i decreixents creen una forma de paraula o empremta global única. En una tasca de llegibilitat, el lector no sap el que la pantalla dirà i per tant ha de llegir totes o la majoria de les lletres individuals per construir la paraula.

L'efecte de les majúscules o minúscules en la llegibilitat de la font es va avaluar per a totes les 31 fonts que tenien condicions de majúscules i minúscules, les paraules en majúscules tenien ILs mitjans més alts que les majúscules i minúscules barrejades. En 22 dels casos, aquesta diferència va ser estadísticament significativa. Les diferències estadísticament significatives en IL en funció del cas, van variar en magnitud de 3,91 per Helvetica Medium Condensed a 15,79 per Papyrus.

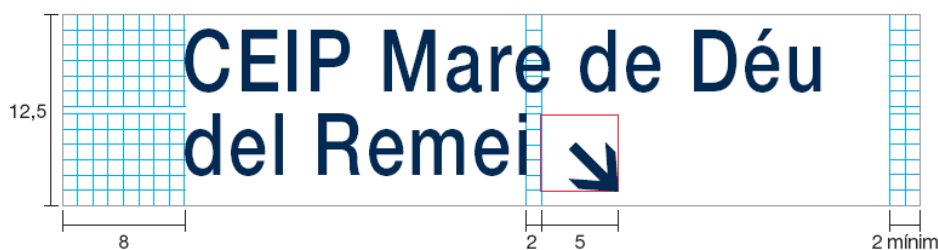
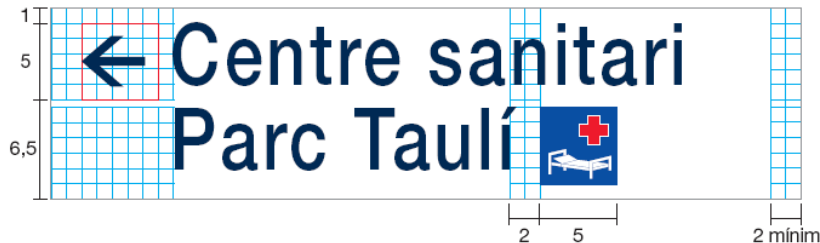
es va estudiar també si hi havia diferència en la distància de llegibilitat quan una font estava condensada o amb negreta i es va observar tan en minúscules barrejades amb majúscules com amb majúscules soles.

Es van estudiar l'helvètica (IL Majúscula =44,86 /ILminúscula=36,08) l'helvètica light (IL Majúscula =35,14 /ILminúscula=30,30) l'helvètica mèdium condensed (IL Majúscula =37,53 /IL minúscula=) i l'helvètica blod (ILMajúscula = 39,88/IL minúscula=31,22)

D'aquí deduïm que l'helvètica té més distància de llegibilitat que l'hèlvetica en negreta.

Aquest estudi sobre els diversos tipus de fonts deixa ben clar que: la font del tipus helvètica està entre les que presenten millor valor de llegibilitat, que aquesta distància de llegibilitat augmentaria si s'utilitzessin les majúscules en comptes de minúscules i majúscules barrejades i que el pes de la font afecta dramàticament la distància a la qual es pot llegir una pantalla, el fet que una font comparteixi un cognom (Helvètica) no vol dir que tingui una llegibilitat equivalent.

5. RESULTATS I CONCLUSIONS



A la figura anterior es veu que el gruix de la lletra coincideix amb el punt de la i (o la separació que presenta el punt de la i respecte de la part inferior de la lletra). Fent servir aquesta mida de detall, es valora a continuació l'agudesesa visual requerida per a veure aquest detall a la distància de lectura màxima prevista:

Mida de la lletra	Punt de la i / Gruix lletra	Distància de lectura màxima prevista	Angle de resolució	AV requerida
10 cm	12.5 mm	25 m	1.72 min	0.58
12 cm	15 mm	30 m	1.72 min	0.58
16 cm	20 mm	40 m	1.72 min	0.58

Resulta ser superior a la exigida, que és $AV=0.5$. Plantejant-ho ara al revés, partint d'una $AV=0.5$, quines serien les mides que permetrien la lectura a la distància prevista?

AV requerida	Angle de resolució	Distància de lectura màxima prevista	Punt de la i / Gruix lletra	Mida de la lletra
0.50	2 min	25 m	14.5 mm	11.6 cm
0.50	2 min	30 m	17.5 mm	14 cm
0.50	2 min	40 m	23.3 mm	18.6 cm

La mida hauria de ser un 16% més gran.

Encara plantejat en uns altres termes. Es pot calcular la distància de lectura màxima real que correspondria a una $AV=0.5$ amb les mides oficials.

AV real	Angle de resolució	Mida de la lletra	Punt de la i / Gruix lletra	Distància de lectura màxima corresponent
0.50	2 min	10 cm	12.5 mm	21.48 m
0.50	2 min	12 cm	15 mm	25.78 m
0.50	2 min	16 cm	20 mm	34.38 m

Amb això queda clar que la distància és menor a la prevista i, en conseqüència, el temps disponible per tal que un conductor amb $AV=0.5$ llegeixi el rètol resulta disminuït respecte del que es podria pensar en base a la distància de lectura prevista.

Garvey (1996) va afirmar que una persona amb una agudes visual de 0.5 , hauria de veure una lletra de 2.54 cm a una distància de lectura màxima de 8.56 metres. A l'estudi basat en la mida del detall de la lletra "i" de la figura anterior, aquesta mateixa persona , hauria de veure la lletra de 2.54 cm d'altura a una distància de lectura màxima de 5.45 metres .

Comparant els estudis anteriors (garvey 1996) amb el nostre càlcul de l'agudes visual i la distància de lectura màxima obtenim les següents taules:

Mida de la lletra	Distància de lectura màxima corresponent	Distància de lectura màxima corresponent segons Garvey
10 cm	21.48 m	33.70 m
12 cm	25.78 m	40.40 m
16 cm	34.38 m	53.92 m

D'aquí deduïm que les distàncies de lectura màxima de Garvey són molt més grans que les distàncies obtingudes segons el meu estudi. El motiu d'aquesta diferència és la discrepància, si s'agafen diferents mides de detall tots els resultats dels càlculs posteriors són diferents.

En quan a la velocitat a la qual viatgen i la durada de temps que es necessita per llegir i reaccionar al senyal, quan més distància de lectura màxima, més paraules es poden llegir, ja que la nostra capacitat per llegir és de 0.7 segons per paraula.

Si és compara les distàncies de lectura màxima segons Garvey i el meu estudi amb les mides de les lletres oficials i les velocitats dintre de poblat, obtenim les següents taules:

Velocitat de 20km/h

Mida de la lletra	Distància de lectura màxima corresponent	Nombre de paraules llegibles	Distància de lectura màxima corresponent segons Garvey	Nombre de paraules llegibles
10 cm	21.48 m	3.87	33.70 m	6.07
12 cm	25.78 m	4.64	40.40 m	7.27
16 cm	34.38 m	6.19	53.92 m	9.71

Velocitat de 40 km/h

Mida de la lletra	Distància de lectura màxima corresponent	Nombre de paraules llegibles	Distància de lectura màxima corresponent segons Garvey	Nombre de paraules llegibles
10 cm	21.48 m	1.93	33.70 m	3.03
12 cm	25.78 m	2.32	40.40 m	3.63
16 cm	34.38 m	3.09	53.92 m	4.85

Velocitat de 50 km/h

Mida de la lletra	Distància de lectura màxima corresponent	Nombre de paraules llegibles	Distància de lectura màxima corresponent segons Garvey	Nombre de paraules llegibles
10 cm	21.48 m	1.54	33.70 m	2.42
12 cm	25.78 m	1.85	40.40 m	2.91
16 cm	34.38 m	2.47	53.92 m	3.88

Finalment es conclou que a l'estudi basat en la mida del detall de la lletra "i" de la figura anterior, es llegeixen menys paraules que a l'estudi fet per Garvey (1996) degut a la distància de llegibilitat màxima corresponent a la mida de la lletra.

6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- DAVID E. CRUNDALL & GEOFFREY UNDERWOOD .1998. *Effects of experience and processing demands on visual information acquisition in drivers*, Ergonomics, 41:4, 448-458, DOI: 10.1080/001401398186937 . Disponible a: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.595.5998&rep=rep1&type=pdf>
- DEPARTAMENT D'INTERIOR, RELACIONS INSTITUCIONALS I PARTICIPACIÓ .2009. Servei català de trànsit. Generalitat de Catalunya.
- DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES .1992. *Manual de senyalització urbana d'orientació*. Generalitat de Catalunya. Disponible a: <http://www.intrasl.net/downloads/publicaciones/manual-senyalitzacio-urbana.pdf>
- DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES .2001. *Manual per a la senyalització d'orientació a catalunya* . document intern de la Direcció General de Carreteres. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya. Disponible a: <http://www.intrasl.net/downloads/publicaciones/manual-senyalitzacio-urbana.pdf>
- DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES. 2005. *Manual de senyalització urbana d'orientació* .Generalitat de Catalunya.
- GARVEY, P., EIE, W. I KLENA, M. J. 2016. *The Effect of Font Characteristics on Large Format Display Legibility Interdisciplinary*. Journal of Signage and Wayfinding. vol 1, núm 1. Disponible a : <https://ijsw.shareok.org/home/article/view/3/1>
- INTERNATIONAL SIGN ASSOCIATION .2007. *Conspicuity and readability*. Disponible a : https://www.signs.org/Portals/0/docs/signline/signline_51.pdf

- RACC FUNDACIÓ (2012). *Senyalització interurbana d'orientació* , vallès occidental. auditories de mobilitat urbana. Disponible a :
http://imagenes.w3.racc.es/uploads/file/32864_Auditoria_senyalitzacio_Valles_DEF.pdf
- REGLAMENTO GENERAL DE CONDUCTORES . (2009). Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores. (Darrera actualització publicada el 21/10/2016). Disponible a:
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2009-9481&p=20161021&tn=1>